

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВЫВЕШИВАНИЯ АДАПТЕРА КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

В.Б. Попов

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого

e-mail: popov5@list.ru

Адаптеры кормоуборочных машин опираются башмаками на почву только частью своего веса, а большая его часть посредством механизма вывешивания адаптера (МВА) компенсируется пружинами (механическими или «гидравлическими»). В процессе уборки положение жатки, а вместе с ней и её режущего аппарата, совершающего сложное движение относительно рамы измельчителя кормоуборочного комбайна (КК), непрерывно изменяется. Поэтому обеспечение требуемой высоты среза кормовой культуры зависит от непрерывности контакта башмака с опорной поверхностью.

МВА предназначен для копирования рельефа башмаками адаптера в заданном диапазоне их вертикального перемещения. Давление башмаков на почву должно поддерживаться в диапазоне, определяемом её несущей способностью. МВА представляет собой пространственный механизм, состоящий, как правило, из двух конструкций, снабженных блоками пружин и расположенных симметрично относительно продольной плоскости симметрии измельчителя КК. Правая и левая части механизма (рис.1а), спроецированные на продольную плоскость симметрии КК, образуют плоский аналог МВА (рис.1б). Структурный анализ идентифицирует замкнутую кинематическую цепь как одноподвижный шестизвенник поэтому положение характерных точек выходного звена ($\Pi_{05}\Pi_{56}$) кинематической цепи – центра тяжести жатки (S_6) и точки контакта её башмака с опорной поверхностью (M) однозначно определяется обобщенной координатой S ($\Pi_{01}\Pi_{23}$).

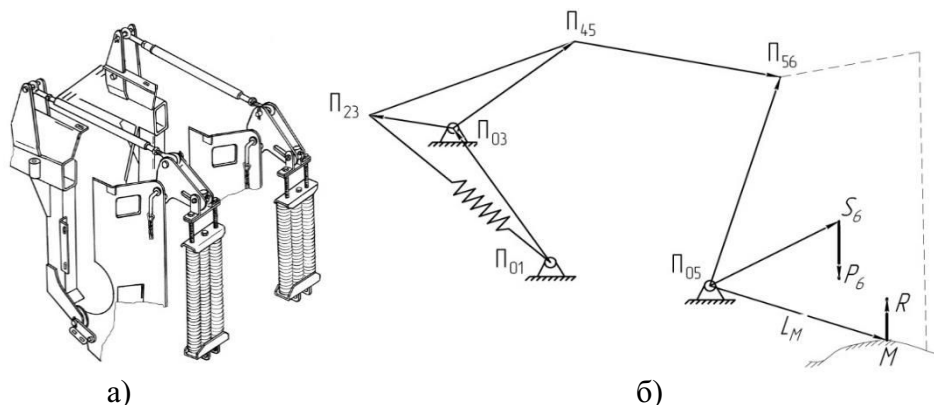


Рис. 1. Механизм вывешивания адаптера кормоуборочного комбайна:
а – конструкция МВА; б – схема копирования адаптером опорной поверхности

Выражения для передаточных чисел, представляющих отношения вертикальных составляющих скоростей характерных точек и скорости растяжения-сжатия пружин, зависят только от внутренних параметров МВА и имеют вид

$$I_{S_6}(S) = \varphi'_3(S) \cdot [U_{54}(S) \cdot L_5 \cdot \cos(\varphi_5(S)) + U_{64}(S) \cdot L_{S_6} \cdot \cos(\varphi_6(S) - \varphi_{S_6})]; \quad (1)$$

$$I_M(S) = \varphi'_3(S) \cdot [U_{54}(S) \cdot L_5 \cdot \cos(\varphi_5(S)) + U_{64}(S) \cdot L_M \cdot \cos(\varphi_6(S) - \varphi_M)], \quad (2)$$

где $\varphi'_3(S)$ – аналог угловой скорости звена $\Pi_{03}\Pi_{23}$;

U_{54}, U_{64} – передаточные отношения, связывающие угловые скорости звеньев $\Pi_{03}\Pi_{45}$, $\Pi_{45}\Pi_{56}$, $\Pi_{05}\Pi_{56}$.

Предварительное растяжение пружин МВА у неподвижного КК компенсирует приведенную нагрузку и определяет силу давления башмаков на опорную поверхность в положении статического равновесия. Подтвержденная экспериментально, величина предварительного растяжения пружины рассчитывается по выражению

$$\Delta X(S_0) = \frac{P_6 \cdot I_{S_6}(S_0) - R_0 \cdot I_M(S_0)}{C}, \quad (3)$$

где C – жесткость пружины (блока пружин);

R_0 – настраиваемая сила давления башмака при равенстве вертикальных координат точек контакта с поверхностью у него и колеса КК;

P_6 – доля веса адаптера на башмаке.

Наиболее информативной характеристикой, описывающей процесс копирования, является реакция опорной поверхности под башмаками жатки. Текущая величина силы давле-

ния башмака на опорную поверхность зависит от геометрических ($\Delta X(S)$) и кинематических параметров МВА $I_{S_6}(S)$, $I_M(S_0)$; распределения веса адаптера P_6 на его башмаках; жесткости пружин C , а также приведенных сил трения $F_{mp}^{np}(S)$ и инерции $F_{ин}^{np}(S)$. Её выражение представляет собой количественную характеристику качества копирования, с помощью которой можно обосновать рациональное сочетание внутренних параметров проектируемого МВА:

$$R(S) = \frac{1}{I_M(S)} \cdot [P_6 \cdot I_{S_6}(S) - C \cdot \Delta X(S) + F_{mp}^{np}(S) + F_{ин}^{np}(S)] . \quad (4)$$

В процессе копирования рельефа вертикальная координата точки контакта башмака с опорной поверхностью - Y_M изменяет свое расположение относительно точки аналогичного контакта колеса измельчителя. В процессе движения её вертикальные колебания относительно этого (нулевого) уровня в сопровождаются соответствующими изменениями S , что приводит к росту растяжения пружины $\Delta X(S)$ при уменьшении Y_M и сокращению растяжения при росте Y_M . Одновременно с этими параметрами изменяются и передаточные числа (1) и (2) МВА. В результате, на уровне Y_M отличном от нулевого, реакция на башмаке будет отличаться от первоначального значения R_0 .

Математическая модель анализа свойств МВА, частично представленная выражениями (1) - (4), позволяет выполнить его многовариантный расчет, а затем, будучи включенной в модель оптимизационного синтеза, рационально спроектировать (или модернизировать) МВА КК, сократив, сопутствующий проектированию и производству, объем стендовых и полевых испытаний.